

LP3 : Phénomènes acoustiques

EI : onde sonore, intensité sonore, niveau d'intensité sonore, son pur, son composé, hauteur, timbre, spectre de Fourier, corde de Melde, résonance acoustique

Niveau : 1ere scientifique PC

Pré-requis :

- Notion de période et fréquence et relation qui lie ces grandeurs (2nd)
- Données : vitesse du son dans l'air et domaine de fréquence de l'audible (2nd)
- Signal sonore, propagation, signal périodique (2nd)

Difficultés :

- L'harmonique n'a pas la plus grande amplitude
- Il faut sommer les intensités et non les niveaux sonores
- Les instruments à vent respectent aussi le modèle de la corde de Melde
- Beaucoup de nouvelles notions

Activités :

- TP : enregistrement de son pur et composé avec un diapason et une guitare et étudier les spectres associés
- TP : mettre en place la corde de Melde
- TD : étude de son pur et composé, détermination de fréquence et d'harmoniques

Biblio :

- PC 2, [Belin 2](#)
- 1ere scientifique, [Bordas](#)
- 1ere scientifique, [LLS](#)
- Dictionnaire physique, [Taillet](#)
- 1ere scientifique, [Nathan](#)

Manip : Duffait capes p299

- Corde de Melde

Montrer la relation linéaire entre la fréquence d'excitation et la longueur de la corde. Prendre une corde de faible masse linéique, un gros poids et prendre plusieurs valeurs de f pour différentes longueurs de cordes. Montrer déjà que lorsque L diminue, f augmente. Tracer $f=(1/L)$ et montrer que c'est une droite.

Introduction pédagogique :

Cette leçon se place dans une séquence portant sur les ondes et les signaux en enseignement scientifique. Il sera ensuite intéressant d'étudier comment enregistrer des sons. Beaucoup de nouvelles notions sont introduites donc les explications et définitions seront soignées. Ensuite sera étudié comment enregistrer un son et comment l'oreille peut entendre un son avec un point de vue biologique. Ce cours permet de sensibiliser les élèves sur les risques liés à l'audition.

Objectifs :

- Comprendre ce qu'est une onde sonore et connaître ses caractéristiques
- Modéliser les instruments à vent et à cordes et savoir comment réaliser différents sons
- Connaître les facteurs influençant un son

Introduction :

L'année dernière vous avez vu comment est produit un signal sonore donc par la vibration d'un objet qui se propage dans un milieu matériel. Vous avez vu que ce son dépend de la fréquence. Mais, comment un son est produit grâce à une corde de guitare par exemple et de quels paramètres sa fréquence dépend-elle ?

Plan :

- I. Le son, phénomène vibratoire
 1. Description du son
 2. Niveau d'intensité sonore
 3. Analyse spectrale d'un son
- II. Production d'un son en musique
 1. Modèle de la corde de Melde

Mercier Iris

2. Cas des instruments à cordes
3. Cas des instruments à vent

Leçon :

- I. Le son, phénomène vibratoire
 1. Description de l'onde sonore

LLS p192, des son/onde sonore (le milieu subit des variations locales de pression, succession de pression et dilatations)

Belin 2 p234, ex une corde de guitare et une corde vocale mais aussi quand on souffle dans une flute + le son peut être amplifié grâce à une caisse de résonance cas de la guitare + la vibration est transmise de proche en proche, par les molécules présentes dans le milieu qui vibrent à leur tour, grâce au milieu de propagation qui est un milieu matériel (solide, liquide, gaz donc air) donc pas de transport de matière lors de la propagation + le son ne peut pas se propager dans le vide

Belin 2 p234-235, caractéristiques de l'onde sonore : sa vitesse (donner la vitesse du son dans l'air qui dépend de la température cf p231, dire qu'elle est différente dans un autre milieu ex l'eau), sa période et sa fréquence lorsqu'il est assez prolongé dans le temps et inchangé (LLS p192) qui permet de dire si un son est grave ou aigu (f basse son grave, f élevée son aigu, rappel son audible de 20 à 20kHz), son intensité qui permet de dire si un son est fort ou faible

-> étudions donc les niveaux d'intensité sonore

2. Niveau d'intensité sonore

Bordas p217, les sons perçus sont caractérisés par une intensité sonore (LLS p192) + def intensité sonore + expression + unités + signification des termes avec S la surface sur laquelle se répartit le son (dans un milieu homogène, la puissance du son se répartit sur une sphère) + interprétation p216

LLS p192, peu pratique pour comparer des sons car valeurs s'étalent sur une grande échelle d'ODG, on introduit le niveau d'intensité sonore

Bordas p217, def niveau d'intensité sonore + unités + significations des termes + calcul pour une fréquence de 1000Hz

LLS p192, utilisation d'un graphe semi logarithmique + graphe niveau d'intensité sonore + échelle des sons

Santé public, seuil risque à 85dB, exposition prolongée à ce niveau sonore entraîne des pertes d'audition et 135 dB seuil de douleur donc risques immédiats sur l'audition

Exemple de calcul Bordas p221

-> comme le son est une onde, on peut lui associer un spectre (= description d'une onde ou d'un signal par les fréquences qui la composent, Taillet)

3. Analyse spectrale d'un son

LLS p192, def son pur (ex diapason) et composé (ex instruments autres) + spectres p193

Comment décomposer un son composé ?

Bordas p216, def analyse spectrale + exemple + def fréquence fondamentale/hauteur (f la + faible) + harmoniques

Belin 2 p235, def timbre (défini par le nombre et l'intensité des harmoniques) + exemple du violon et du hautbois

-> maintenant qu'on a détaillé comment obtenir un son et comment le caractériser, on va étudier la production d'un son en musique

II. Production d'un son en musique

1. Modèle de la corde de Melde

Le modèle de la corde de Melde permet de modéliser un bon nombre d'instruments.

LLS p188, schéma et explications du principe. Le vibreur impose une fréquence de vibration à la corde fixe aux extrémités. On cherche f pour avoir un fuseau et la + grande amplitude + fondamental.

Déterminer la relation linéaire entre la fréquence du fondamentale et la longueur de la corde

La relation est $f = c/2L$ + calcul de c dans ce cas. Et $c = \sqrt{T/\mu}$

Mercier Iris

=> la fréquence d'un son dépend donc de la longueur de la corde, la tension et de la masse linéique + expliciter les termes et leurs unités

-> on va appliquer ce modèle aux instruments à cordes : la guitare en particulier

2. Cas des instruments à cordes

LLS p189, photo de la guitare avec les constituants

Bordas p208, description des constituants + analyse p212

Analyse avec la relation précédente : T et μ sont fixées donc quand on appuie sur la frette pour avoir une longueur de corde, on obtient une fréquence et donc on obtient toutes les fréquences que l'on veut (voir Bordas p217 et LLS p192)

Caisse de résonance : amplifie le signal sonore

Différentes cordes qui produisent chacune une note : Mi, La, Ré, Sol, Si, mi (Nathan p247)

Bordas p218, influence des différents paramètres sur f

-> et pour les instruments à vent ?

3. Cas des instruments à vent

Ils possèdent aussi des fuseaux comme la corde de Melde

Bordas p212, description d'un saxophone

LLS p192, explications

Conclusion :

Un son a besoin d'un milieu matériel pour se propager. Il est caractérisé par l'intensité sonore mais aussi le niveau d'intensité sonore qui permet une meilleure comparaison des sons. Il est aussi caractérisé par sa hauteur et son timbre et ses valeurs peuvent être étudiées par analyse spectrale.

Pour répondre à la problématique de départ, on a vu que pour une guitare, il suffit de créer une perturbation, en frottant une corde, qui va se propager et être amplifiée par la caisse de résonance pour créer un son. Afin de réaliser de nombreuses notes différentes donc des fréquences différentes, il suffit de presser la corde sur des endroits différents afin de modifier la longueur de la corde, qui est caractéristique d'une note. On obtient donc les harmoniques. La fréquence dépend donc de la longueur de la corde, de la masse linéique et de la tension de la corde. C'est pourquoi on arrive à obtenir de nombreux sons. C'est la même chose pour les instruments à vent.

Si EI : résonance acoustique,

Exemple du diapason : la caisse de résonance en dessous est de la même longueur que les branches du diapason qui vibrent pour produire le son, cela permet d'amplifier le signal car le son est à la résonance

La longueur de la cuve doit être celle de la longueur d'onde ou un multiple du son pour être à la résonance et donc amplifier le signal

Que l'harmonique du rang 4 car celle du rang 2 est annulée par la forme du diapason

Fait que des la